

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ **Offenlegungsschrift**  
①⑪ **DE 3839956 A1**

②① Aktenzeichen: P 38 39 956.3  
②② Anmeldetag: 26. 11. 88  
④③ Offenlegungstag: 8. 6. 89

⑤① Int. Cl. 4:  
**B03 C 3/28**

B 03 C 3/30  
B 29 D 7/01  
B 32 B 27/18  
B 32 B 27/02  
B 03 C 3/30  
B 05 D 3/14  
B 05 D 3/12  
C 08 J 7/00  
C 08 J 5/18  
B 32 B 27/14  
B 32 B 7/02

DE 3839956 A1

**Patentreteibgenum**

⑤① // (F24F 3/16, B29L 31:14, B29K 23:00, 27:06, 69:00) (C08J 5/18, C08L 23:02, 27:08, 69:00) A62D 3/00, A47L 9/10

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①

28.11.87 JP 62-301302 06.04.88 JP 63-85985

⑦① Anmelder:

Toyo Boseki K.K., Osaka, JP

⑦④ Vertreter:

von Kreisler, A., Dipl.-Chem.; Selting, G., Dipl.-Ing.;  
Werner, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Schönwald, K.,  
Dr.-Ing.; Fues, J., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Böckmann  
gen. Dallmeyer, G., Dipl.-Ing., Pat.-Anwälte, 5000  
Köln

⑦② Erfinder:

Tani, Yatsuhiro; Takase, Satoshi, Ohtsu, Shiga, JP

⑤④ Elektret-Folie und Verfahren zu ihrer Herstellung

Eine Elektret-Folie umfaßt eine poröse Folie, die aus einem dielektrischen Polymer und wenigstens einem festen Material, das aus der aus organischen Stoffen, anorganischen Stoffen und metallischen Stoffen bestehenden Gruppe ausgewählt ist, hergestellt ist, wobei die poröse Folie dieses Material in verschiedenen Abstands-Intervallen aufweist, und ein Verfahren zur Herstellung dieser Elektret-Folie.

DE 3839956 A1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Elektret-Folie, die für die Verwendung als Luftfilter, Maske oder dergleichen geeignet ist, und ein Verfahren zu deren Herstellung. Das Luftfilter kann zur Reinigung der im Inneren eines sauberen Raumes enthaltenen Luft, der Luft, die Gebäuden zugeführt werden soll, oder des Abgases von Fabriken benutzt werden. Das Luftfilter kann an einen Luftreiniger, einen Staubsauger, ein Kopiergerät oder dergleichen angeschlossen werden.

Man hat Arbeitsweisen zum wirksamen Sammeln von Staub in der Luft mittels Verwendung einer elektrisierten Folie vorgeschlagen. Die JP-Patentveröffentlichung 56-47 299 offenbart ein Verfahren zur Herstellung einer Elektret-Folie wie folgt: Eine Folie aus einem dielektrischen Material wird elektrisiert und dann in Fasern gespalten, die in die Form einer Elektret-Folie gebracht werden.

Mit Hilfe des oben genannten Verfahrens läßt sich eine elektrisierte Folie mit einer großen Menge an elektrischer Ladung erhalten, jedoch ist es unmöglich, aus der Folie Fasern mit hinreichend kleiner Breite herzustellen. Demgemäß ist der Querschnitt jeder Faser rechteckig, was eine niedrige Sammelleistung der aus den Fasern hergestellten Elektret-Folie zur Folge hat. Wenn ein aus der Elektret-Folie gebildetes Filter über einen längeren Zeitraum hinweg im Gebrauch ist, nehmen die Sammelwirkung und die Menge der elektrischen Ladungen des Filters mit der Zeit aufgrund der Neutralisation der statischen Elektrizität allmählich ab und werden nicht ersetzt.

In der JP-Patentveröffentlichung 53-40 073 ist die folgende Arbeitsweise offenbart: Eine Folie aus einem isolierenden Film und eine aus Fasern gebildete Folie werden nacheinander in dieser Reihenfolge auf eine geerdete Elektrode aufgebracht, und dann wird die aus den Fasern gebildete Folie elektrisiert. Die resultierende Elektret-Folie trägt nur einen kleinen Betrag an elektrischer Ladung und hat demnach nur eine niedrige Sammelleistung.

Die Elektret-Folie der vorliegenden Erfindung, die die oben genannten und zahlreiche andere Nachteile und Mängel des Standes der Technik überwindet, umfaßt eine poröse Folie, die aus einem dielektrischen Polymer und wenigstens einem festen Material, das aus der aus organischen Stoffen, anorganischen Stoffen und metallischen Stoffen bestehenden Gruppe ausgewählt ist, hergestellt ist, wobei die poröse Folie dieses Material in verschiedenen Abstands-Intervallen aufweist.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist die oben genannte poröse Folie aus der aus textilen Geweben, Gewirken, Vliesstoffen, porösen Folien und porösen Schäumen bestehenden Gruppe ausgewählt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das oben genannte dielektrische Polymer eine Faser, die ausgewählt ist aus der aus Fasern, die aus Polyolefin, Polyvinylidenchlorid und Polycarbonat hergestellt sind, bestehenden Gruppe. Unter diesen Fasern wird eine aus Polyolefin hergestellte Faser besonders bevorzugt.

In einer bevorzugten Ausführungsform liegt der Durchmesser der oben genannten Faser im Bereich von 0,01 bis 100 µm.

In einer bevorzugten Ausführungsform liegt das oben genannte feste Material in Form von Teilchen vor, die aus einem anorganischen Material hergestellt sind, das aus der aus Keramiken, Metallnitriden und Ruß oder einem organischen Material, das bei Raumtemperatur fest ist, bestehenden Gruppe ausgewählt ist.

In einer bevorzugten Ausführungsform liegt die Größe der oben genannten Teilchen im Bereich von 0,001 bis 50 µm.

In einer bevorzugten Ausführungsform liegt die Menge der der porösen Folie zuzusetzenden Teilchen im Bereich von 0,01 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der porösen Folie.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das oben genannte metallische Material aus der aus Silber, Kupfer, Aluminium und Zinn bestehenden Gruppe ausgewählt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das oben genannte organische Material eine bei Raumtemperatur feste organische Säure oder ein Derivat derselben.

Das Verfahren zur Herstellung der erfindungsgemäßen Elektret-Folie umfaßt die Schritte des Versetzens der porösen Folie mit wenigstens einem festen Material, das aus der aus organischen Stoffen und anorganischen Stoffen bestehenden Gruppe ausgewählt ist, und des Elektrisierens der porösen Folie mit dem oben genannten Material.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird eine Corona-Entladung in dem oben genannten Schritt des Elektrisierens der porösen Folie mit dem festen Material durchgeführt.

In einer bevorzugten Ausführungsform wird das oben genannte feste Material bis zur Verdampfung erhitzt, und dann wird die poröse Folie mit dem Dampf des Materials in dem oben genannten Schritt des Zusetzens des festen Materials zu der porösen Folie behandelt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Material Sebacinsäure, Stearinsäure, Palmitinsäure, Nonamethylendicarbonsäure oder dergleichen, die bei Raumtemperatur fest sind.

Somit löst die vorliegende Erfindung die Aufgaben,

- (1) eine Elektret-Folie mit einem großen Betrag an elektrostatischer Ladung verfügbar zu machen,
- (2) eine Elektret-Folie verfügbar zu machen, deren Sammelleistung auch nach Langzeit-Gebrauch nicht abnimmt,
- (3) eine Elektret-Folie verfügbar zu machen, die vergleichsweise dünn ist und nur eine kleine Menge Fasern enthält, jedoch eine hohe Sammelleistung aufweist,
- (4) eine Elektret-Folie verfügbar zu machen, die sich für die Verwendung als Luftfilter, Maske oder dergleichen eignet, und
- (5) ein vergleichsweise einfaches Verfahren zur Herstellung der oben bezeichneten Elektret-Folie mit einer hohen Sammelleistung verfügbar zu machen.

Die vorliegende Erfindung ist besser zu verstehen und ihre zahlreichen Ziele und Vorteile werden Fachleuten

deutlich anhand der beigelegten Zeichnungen.

Fig. 1 zeigt in perspektivischer Darstellung einen teilweise vergrößerten Teil einer erfindungsgemäßen Elektret-Folie.

Fig. 2 zeigt eine graphische Darstellung der Sammelleistungen der Einzelfasern der in Beispiel 6 bzw. in Kontrollbeispiel 1 erhaltenen Elektret-Folien, die sich im Lauf der Zeit ändern.

Fig. 3 ist eine Mikrophotographie der Elektret-Folie (700fach).

Die Erfindung macht eine Elektret-Folie verfügbar, die durch Elektrisieren einer porösen Folie mit einem festen Material erhalten wird. Dieses Material wird aus der aus organischen Stoffen und anorganischen Stoffen bestehenden Gruppe ausgewählt und wird der porösen Folie zugesetzt und in unterschiedlichen Abstands-Intervallen angebracht. Das feste Material liegt diskontinuierlich in der porösen Folie vor. Die Verteilung des Materials über die gesamte poröse Folie ist, in der Ebene betrachtet, überall gleichmäßig. Die Menge der elektrischen Ladung der Elektret-Folie ist wegen der Anwesenheit des festen Materials über einen langen Zeitraum hinweg stabil. Aus diesem Grunde läßt beim Einsatz der Elektret-Folie in einem Filter oder einer Maske die Sammelleistung des Filters oder der Maske auch nach langer Gebrauchsdauer nicht nach.

Eine erfindungsgemäße Elektret-Folie, bei der eine poröse Folie mit einem festen Material elektrisiert ist, besitzt eine große Menge elektrischer Ladungen. Der Grund hierfür ist nicht klar. Es wurde jedoch beobachtet, daß die Potentialverteilung der erfindungsgemäßen elektrisierten porösen Folie mit dem festen Material über die gesamte Oberfläche hinweg bemerkenswert gleichmäßig ist, im Vergleich zu derjenigen einer elektrisierten Folie ohne das feste Material. Auf Grund dessen ist es wahrscheinlich, daß dann, wenn das feste Material auf die poröse Folie aufgebracht wird und danach die Elektrisierung erfolgt, die Verteilung der in die elektrisierte poröse Folie injizierten Ladung gleichmäßig wird, was zu einer Zunahme der Menge an elektrostatischer Ladung der resultierenden Elektret-Folie mit dem festen Material führt.

Das dielektrische Polymer der Erfindung kann eine isolierende organische Faser, eine isolierende Folie oder ein isolierender Schaum sein, die aus isolierenden Harzen gebildet werden. Diese isolierenden Harze können Polypropylen, Polyethylen, Poly-3-methyl-1-buten, Poly-4-methyl-1-penten, Polyvinylidenfluorid, Polytetrafluoroethylen, Polycarbonat, Polystyrol, Polyvinylidenchlorid, Polyvinylchlorid, Polyethylenterephthalat, Polyamid, Polyacrylnitril, Polysulfon, Polyphenylenoxid etc. sein.

Unter den oben genannten isolierenden Harzen sind Polypropylen, Poly-3-methyl-1-buten, Poly-4-methyl-1-penten, Polyvinylidenfluorid und Polycarbonat besonders bevorzugt.

Das dielektrische Polymer der Erfindung können auch isolierende anorganische Fasern aus einem Borosilicat-Glas oder einem Quarzglas sein.

Als erfindungsgemäße poröse Folien verwendbar sind textile Flächengebilde wie Vliesstoffe, textile Gewebe und Gewirke, poröse Folien und poröse Schäume. Insbesondere werden die erfindungsgemäßen porösen Folien aus Vliesmaterialien gebildet.

Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung beschrieben.

Als poröse Folien können Vliese oder Gewebe, bei denen einzelne Fasern mit einer Vielzahl von Teilchen auf ihrer Oberfläche versehen sind, verwendet werden. Durch Elektrisieren der porösen Folie mit den Teilchen wird eine große Menge elektrischer Ladung in der porösen Folie mit den Teilchen zurückgehalten, woraus eine Elektret-Folie mit einer großen elektrischen Ladungsmenge resultiert.

Die Fig. 1 und 3 zeigen eine erfindungsgemäße Elektret-Folie. In der Elektret-Folie wird die Ladung in den Fasern 1, in den Teilchen 2 und 3 und an den Grenzflächen zwischen den Fasern 1 und den Teilchen 2 und 3 zurückgehalten. Es ist möglich, als die oben genannten Teilchen Teilchen, die elektrisiert werden können, oder Teilchen die nicht elektrisiert werden können, zu verwenden. Es ist jedoch notwendig, als Fasern solche Fasern zu verwenden, die elektrisiert werden können, da bei Verwendung von Fasern, die nicht elektrisiert werden können, die Ladung nicht beständig in der Folie zurückgehalten wird, so daß eine Elektret-Folie mit einer großen elektrischen Ladungsmenge nicht erhalten werden kann.

Die erfindungsgemäße Elektret-Folie mit einer großen elektrischen Ladungsmenge vermag eine elektrische Ladungsmenge beständig zurückzuhalten, die größer ist als die Gesamtmenge der jeweiligen Ladungen, die von den Fasern und den Teilchen unabhängig voneinander zurückgehalten werden. Der Grund hierfür ist wahrscheinlich darin zu sehen, daß beim Elektrisieren der Fasern mit den Teilchen zusätzlich zu den Ladungen, die von den Fasern und den Teilchen unabhängig voneinander zurückgehalten werden, aufgrund einer Wechselwirkung zwischen den Fasern und den Teilchen Ladungen auch an den Grenzflächen zwischen den Fasern und den Teilchen zurückgehalten werden. Durch diese Merkmale unterscheidet sich die erfindungsgemäße Elektret-Folie von den herkömmlichen Elektret-Folien. Ein anderes Merkmal der erfindungsgemäßen Elektret-Folie ist, daß die aus der Wechselwirkung zwischen den Fasern und den Teilchen resultierende Ladung im Laufe der Zeit nicht leicht verschwindet, sondern in der erfindungsgemäßen Elektret-Folie stabil erhalten bleibt.

Als Fasern, die die oben bezeichnete poröse Folie bilden, können kurze Fasern und lange Fasern verwendet werden. Als poröse Folien, in denen die Fasern eingesetzt werden, können textile Gewebe, Gewirke und Vliesstoffe verwendet werden, wie oben erwähnt wurde. Der Querschnitt dieser Fasern kann kreisförmig, dreieckig, rechteckig oder unregelmäßig sein. Der Durchmesser dieser Fasern beträgt 100 µm oder weniger, vorzugsweise 40 µm oder weniger, und liegt besonders bevorzugt im Bereich von 0,01 bis 4 µm.

Die Oberflächen der zu verwendenden Fasern werden zunächst mit ultravioletter Strahlung oder Strahlung hoher Energie behandelt, zunächst mit Säure, Alkali oder dergleichen behandelt oder zunächst mit Überzugsmaterialien beschichtet, damit in der Elektret-Folie die Ladung beständig zurückgehalten und die Menge an elektrostatischer Ladung vergrößert werden kann.

Die oben genannten Teilchen können aus anorganischen Substanzen, organischen Substanzen oder einer Mischung aus diesen, die bei Raumtemperatur fest ist, gebildet werden. Insbesondere können die Teilchen hergestellt werden aus Keramiken wie Glas, Metallen wie Kupfer, Nickel und Aluminium, Metalloxiden wie

5 Titanoxid, Siliciumoxid, Eisenoxid und Bariumtitanat, Metallnitriden wie Nickelnitrid und Titanitrid, anorganischen Stoffen wie Kohlenstoff und Talkum, Carbonsäuren wie Stearinsäure und Sebacinsäure oder deren Metallsalzen, Canauba-Wachs, Colophonium, oder organischen Substanzen wie Polyethylen, Polypropylen, Polyethylenterephthalat, Polyamid, Polyvinylidenfluorid, Polytetrafluoroethylen, Polystyrol, Polyvinylchlorid, Polyvinylidenchlorid, Cellulose und Polyvinylalkohol. Von den oben erwähnten Substanzen sind Kohlenstoff, Aluminium, Polyethylen, Sebacinsäure und Carnaubawachs besonders bevorzugt.

Die Größe der einzelnen Teilchen beträgt vorzugsweise 50 µm oder weniger, besonders bevorzugt 1 µm oder weniger und ganz besonders bevorzugt 0,001 bis 0,2 µm.

10 Vorzugsweise werden die Teilchen zu den Oberflächen der Fasern in Form von Primär-Teilchen hinzugefügt, die nur aus einem Teilchen bestehen und einzeln auf den Oberflächen der Fasern liegen, jedoch können die Teilchen auch zu Gruppen von Sekundär-Teilchen aggregiert sein, die aus mehreren Teilchen bestehen und einzeln auf den Oberflächen der Fasern liegen.

Die Form der Teilchen kann diejenige einer Kugel, eines Eis, eines Würfels, eines rechtwinkligen Parallelepipeds (Quaders), einer Kugel mit Vorsprüngen, eines hohlen Kegelstumpfs, eines Pyramidenstumpfs oder eines Obeliskens sein.

15 Die Menge der den Faser zuzusetzenden Teilchen beträgt vorzugsweise 0,01 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Fasern, vorzugsweise 0,05 bis 5 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Fasern, und besonders bevorzugt 0,01 bis 1 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der Fasern. Je kleiner die Größe der Teilchen ist, desto größer werden ihre spezifische Oberfläche (Oberfläche pro Gewichtseinheit der Teilchen) und die Grenzfläche zwischen den Teilchen und den Fasern. Dementsprechend ist selbst dann, wenn die Menge der der porösen Folie zuzusetzenden Teilchen klein ist, die Menge der elektrostatischen Ladung der elektrisierten porösen Folie mit diesen Teilchen noch immer groß, sofern die Größe der Teilchen klein ist.

20 Die Teilchen werden direkt an die Faser gebunden, oder sie werden mit Hilfe bindender Kräfte zwischen den Fasern und Teilchen gebunden, etwa der Kraft der statischen Elektrizität, des Haftvermögens, von van der Waals' schen Kräften oder der aus der Kapillarwirkung resultierenden Kraft des Wassers. Dementsprechend lösen sich die Teilchen nicht leicht von der Faser infolge von Winddruck oder Vibration, während die Elektret-Folie verwendet wird.

25 Ein Verfahren der Ausrüstung der Fasern mit den Teilchen ist das folgende: Die Teilchen werden in Gas dispergiert und dann auf die Oberflächen der Fasern aufgebracht; oder sie werden durch Anwendung von Wärme oder beim Verfahren des Evakuierens erzeugt, um dann auf die Oberflächen der Fasern aufgebracht zu werden. Die oben erwähnten Fasern können zuvor elektrisiert werden oder auch nicht, wie dies bevorzugt wird.

30 Erfindungsgemäß kann die Elektrisierung der porösen Folie mit den Teilchen mittels Corona-Entladung, durch Anlegen eines elektrischen Feldes, durch Anlegen eines elektrischen Feldes unter Erhitzen und durch Bestrahlen mittels Elektronenstrahlen erfolgen, jedoch ist die Methode der Elektrisierung nicht darauf beschränkt. Beliebige Methoden können angewandt werden, vorausgesetzt, daß die poröse Folie mit den Teilchen als Ergebnis des Injizierens von Ladungen in die poröse Folie mit den Teilchen eine große Menge an elektrostatischer Ladung besitzt, und vorausgesetzt, daß die Ladung in der resultierenden Elektret-Folie stabil zurückgehalten wird, jedoch wird die Elektrisierung mittels Corona-Entladung besonders bevorzugt. Wenn die Elektrisierung mittels Corona-Entladung oder durch Anlegen eines elektrischen Feldes durchgeführt wird, beträgt die elektrische Feldstärke vorzugsweise 10 kV/cm oder mehr, und besonders bevorzugt 15 kV/cm. Wenn die Elektrisierung durch Bestrahlen mittels Elektronenstrahlen erfolgt, liegt die Strahlungsmenge vorzugsweise im Bereich von 1 bis 10 kJ/kg (0,1 bis 1 Mrad).

Nachstehend wird eine Elektret-Folie mit Metall-Abscheidungen beschrieben, die ein andere Ausführungsform der Erfindung darstellt.

45 Die Metall-Abscheidungen werden gewöhnlich aus verdampften Metallen gebildet, die unter vermindertem Druck auf die Oberflächen der Fasern aufgebracht werden. Die Dicke der Metall-Abscheidungen beträgt vorzugsweise 50 nm (500 Å) oder weniger, besonders bevorzugt 20 nm (200 Å) oder weniger und ganz besonders bevorzugt 1 bis 10 nm (10 bis 100 Å), je nach dem elektrischen Widerstand der Metall-Abscheidungen, der mittels eines Leitfähigkeits-Meßgeräts Conduct Meter CDM-3 (Hitachi Seisakusho) gemessen wird.

50 In diesem Fall werden ebenso Metall-Abscheidungen zu der porösen Folie hinzugefügt und in wechselnden Abständen plaziert. Wenn die Dicke der Metall-Ablagerungen nicht ausreicht, können die Metall-Abscheidungen nicht zu Filmen ausgebildet werden, sondern sie werden in die Form von Teilchen gebracht, die der porösen Folie zugesetzt werden. Als Teilchen ausgeformte Metallabscheidungen sind ebenso vorteilhaft wie zu Filmen ausgebildete Metall-Ablagerungen. Die Metall-Abscheidungen können auf beiden Seiten der porösen Folie oder im Inneren der porösen Folie ausgebildet werden.

55 Die Metall-Abscheidungen können aus Aluminium, Silber, Zinn, Kupfer oder dergleichen hergestellt werden. Wenn von den im Vorstehenden genannten Substanzen Silber, Zinn oder Kupfer zur Herstellung der Metall-Abscheidungen verwendet wird, ist es möglich, die Elektret-Folie mit antibakterieller Aktivität auszustatten.

60 Die erfindungsgemäße Elektret-Folie hat ein Verhältnis der Einzelfaser-Sammelleistung von 1,5 oder mehr, das durch die nachstehende Gleichung (1) angegeben wird

$$\eta/\eta_0 = \ln(1-E)/\ln(1-E_0) \quad (1)$$

in der

65  $\eta_0$  die Einzelfaser-Sammelleistung der nach dem konventionellen Verfahren hergestellten Elektret-Folie ist,  
 $\eta$  die Einzelfaser-Sammelleistung der erfindungsgemäßen Elektret-Folie ist,  
 $E_0$  die Teilchen-Sammelleistung der nach dem konventionellen Verfahren hergestellten Elektret-Folie ist,  
 $E$  die Teilchen-Sammelleistung der erfindungsgemäßen Elektret-Folie ist.

Die oben bezeichnete, nach dem konventionellen Verfahren hergestellte Elektret-Folie hat keine Teilchen auf ihren Fasern und wird nach der gleichen Arbeitsweise wie diejenige der Erfindung elektrisiert.

Die genannte Teilchen-Sammelleistung wurde wie folgt berechnet: NaCl-Teilchen mit einem Durchmesser von  $0,3 \mu\text{m}$  wurden mit einer Lineargeschwindigkeit von  $5 \text{ cm/s}$  auf eine Test-Folie aufgebracht, und die Dichte der NaCl-Teilchen wurde in Strömungsrichtung vor und hinter der Folie mittels eines Laser-Teilchenzählers Laser Particle Counter KC-14 (Rion) gemessen. Die Teilchen-Sammelleistung wird durch die nachstehende Gleichung (2) angegeben

$$E = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \quad (2)$$

in der

$C_1$  die Konzentration der NaCl-Teilchen stromaufwärts der Test-Folie ist und

$C_2$  die Konzentration der NaCl-Teilchen stromabwärts der Test-Folie ist.

Aus der Tatsache, daß die Einzelfaser-Sammelleistung der erfindungsgemäßen Elektret-Folie das 1,5fache derjenigen der nach dem konventionellen Verfahren hergestellten Elektret-Folie beträgt, ist zu ersehen, daß die erhöhte Sammelleistung der erfindungsgemäßen Elektret-Folie in erster Linie auf der ausgeprägten Steigerung der elektrostatischen Sammelleistung und nicht so sehr auf der geringen Zunahme der mechanischen Sammelleistung beruht; das heißt, es ist erkennbar, daß die erfindungsgemäße Elektret-Folie eine größere elektrostatische Ladung aufweist als die nach dem konventionellen Verfahren hergestellte Elektret-Folie.

Erfindungsgemäß beträgt die Menge der elektrostatischen Ladung der Elektret-Folie (die Oberflächen-Ladungsdichte)  $0,8 \text{ nC/cm}^2$  oder mehr. Die elektrostatische Ladungsmenge der nach dem konventionellen Verfahren hergestellten Elektret-Folie liegt im Bereich von  $0,3$  bis  $0,6 \text{ nC/cm}^2$  und kann nicht größer als  $0,6 \text{ nC/cm}^2$  sein. Wenn die Menge der elektrostatischen Ladung der nach dem konventionellen Verfahren hergestellten Elektret-Folie kleiner als  $0,8 \text{ nC/cm}^2$  ist, kann das oben angeführte Verhältnis der Teilchen-Sammelleistungen von  $1,5$  oder mehr nicht erreicht werden.

Die Oberflächen-Ladungsdichte  $\rho$  kann mittels der folgenden Verfahrensweise erhalten werden: Wenn eine Elektret-Folie zum Sammeln von Teilchen eingesetzt wird, ist der primäre Faktor der Zunahme des Wirkungsgrades des Entfernens von Teilchen durch die Elektret-Folie die elektrostatische Kraft. Demgemäß ist, sofern andere Faktoren vernachlässigt werden können, der Wirkungsgrad des Teilchen-Entfernens der Elektret-Folie durch die folgende Gleichung (3) gegeben

$$E_t = E_e \quad (3)$$

in der

$E_t$  der Wirkungsgrad des Teilchen-Sammelleistung der Elektret-Folie ist und

$E_e$  der Wirkungsgrad des Teilchen-Sammelleistung der Elektret-Folie vermittelt der elektrostatischen Kraft ist.

Gleichung (3) wird benutzt, um die nachstehenden Gleichungen (4) und (5) zu erhalten

$$\ln(1 - E_t) = K \cdot \eta_e \quad (4)$$

$$K = \frac{-4\alpha L}{\pi(1 - \alpha)d_f} \quad (5)$$

in denen

$\eta_e$  die von der elektrostatischen Kraft herrührende Einzelfaser-Sammelleistung ist,

$\alpha$  das Füllverhältnis ist,

$L$  die Dicke und

$d_f$  der Durchmesser der Fasern ist.

Die für den Test eingesetzten elektrisierten Teilchen befinden sich im Gleichgewichtszustand der Ladungen. Infolgedessen ist die von der elektrostatischen Kraft herrührende Einzelfaser-Sammelleistung durch die nachstehende Gleichung (6) gegeben

$$\eta_e = \eta_c + \eta_{in} \quad (6)$$

in der

$\eta_c$  die von der Coulomb-Kraft herrührende Einzelfaser-Sammelleistung ist und

$\eta_{in}$  die von der induzierten Kraft herrührende Einzelfaser-Sammelleistung ist.

$\eta_c$  und  $\eta_{in}$  sind gegeben durch die nachstehenden Gleichungen (7) und (8).

$$\eta_c = \frac{Cm \cdot q \cdot \rho}{3 \cdot \epsilon_0 \cdot \mu \cdot dp \cdot u} \quad (7)$$

$$\eta_{lin} = 2 \left[ \frac{\epsilon_p - 1}{\epsilon_p + 2} \cdot \frac{Cm \cdot dp^2 \cdot \rho^2}{3 \cdot \epsilon_0 \cdot \mu \cdot d_f \cdot u \cdot h_k} \right]^{1/2}, \quad (8)$$

5 in denen

$Cm$  der Cunningham'sche Korrekturfaktor,  
 $q$  der Betrag der elektrischen Ladung eines Teilchens,  
 $\rho$  die Oberflächen-Ladungsdichte,  
 $\epsilon_0$  die Dielektrizitätskonstante des leeren Raums,  
 $\mu$  die Viskosität der Luft,  
 $\epsilon_p$  die Dielektrizitätskonstante eines Teilchens,  
 $u$  die Filtrationsgeschwindigkeit und  
 $h_k$  der hydrodynamische Faktor ist.

15 Betrachtet man den Beitrag der Induktions-Kraft auf ein ungeladenes Teilchen und denjenigen der Coulomb-Kraft auf ein geladenes Teilchen, ist  $\eta_e$  durch die nachstehende Gleichung (9) gegeben.

$$\exp(K\eta_e) = N_0 \exp(K\eta_{in}) + N_i \exp(K\eta_{c1}) + N_n \exp(K\eta_{cn}) \quad (9)$$

20 in der

$\eta_{cn}$  die von der Coulomb-Kraft herrührende, auf ein geladenes Teilchen mit  $n$  Ladungen wirkende Einzelfaser-Sammelleistung ist und  
 $N_n$  das Verhältnis der Teilchen mit  $n$  Ladungen zu der Gesamtzahl der Teilchen ist.

25 Unter Einsatz einer Computersimulation ergibt sich die Oberflächen-Ladungsdichte  $\rho$  der Elektret-Folie, die Gleichung (9) zu lösen gestattet, aus dem gemessenen Wirkungsgrad des Teilchen-Entfernens der Folie und den Gleichungen (4), (5), (6), (7) und (8).

#### Beispiele

30

#### Beispiel 1

Fasern mit einem Durchmesser von  $1,5 \mu\text{m}$  wurden aus Polypropylen mittels des Schmelzblasverfahrens hergestellt. Diese Fasern wurden zu einer Vlies-Folie A (in der  $30 \text{ g/m}^2$  Fasern enthalten sind) verarbeitet, die dann mit Teilchen aus Siliciumoxid mit einem Durchmesser von  $0,02 \mu\text{m}$  nach folgender Verfahrensweise beschichtet wurden: Die vorerwähnte Vlies-Folie wurde mit Hilfe eines Luft-Ejektors mit einem Blasstrom der Siliciumoxid-Teilchen behandelt, so daß die Siliciumoxid-Teilchen, von denen einige durch die Vlies-Folie hindurchtraten, sich mit einer Geschwindigkeit von  $5 \text{ cm/s}$  bewegten, woraus die mit  $0,1 \text{ g/m}^2$  Teilchen aus Siliciumoxid beschichtete Vlies-Folie B resultierte.

40 Danach wurden eine Folie aus einem Halbleiter-Material, die oben erwähnte Vlies-Folie B mit Siliciumoxid-Teilchen und eine Elektrode mit Nadeln für eine Corona-Entladung nacheinander in dieser Reihenfolge auf der Oberfläche einer geerdeten Elektrode angeordnet, und anschließend wurde eine Hochspannung von  $20 \text{ kV/cm}$  während einer Zeit von  $4 \text{ s}$  angelegt, wonach eine Elektret-Folie erhalten wurde. Die Sammelleistung dieser Elektret-Folie für NaCl-Teilchen (die sich mit einer Lineargeschwindigkeit von  $5 \text{ cm/s}$  fortbewegten und einen Teilchendurchmesser von  $0,3 \mu\text{m}$  aufwiesen) wurde mittels eines Laser Particle Counter KC-14 (Rion) gemessen, und der Druckverlust über der Elektret-Folie wurde mittels einer Manometer-Vorrichtung (manometer gauge) gemessen.

#### Kontrollbeispiel 1

50 Die in Beispiel 1 erhaltene Vlies-Folie A ohne Teilchen wurde unter den gleichen Bedingungen, wie sie in Beispiel 1 angewandt worden waren, elektrisiert, wonach eine Elektret-Folie erhalten wurde. Die Sammelleistung dieser Elektret-Folie und der Druckverlust über dieser Elektret-Folie wurden unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 gemessen.

55 Die in Beispiel 1 und Kontrollbeispiel 1 erhaltenen Test-Ergebnisse sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1

Eigenschaften	Beispiel 1	Kontrollbeispiel 1
Teilchen-Sammelleistung (%)	99,89	98,1
Druckverlust (mm H <sub>2</sub> O)	3,3	2,7
$\eta/\eta_0$	2,1	1,0
65 Elektrostatische Ladungsmenge (nC/cm <sup>2</sup> )	1,1	0,5

Der Druckverlust in Beispiel 1 beträgt das 1,2fache desjenigen des Kontrollbeispiels 1, was anzeigt, daß der

Druckverlust in Beispiel 1 geringfügig größer ist als derjenige des Kontrollbeispiels 1. Das Verhältnis der Einzelfaser-Sammelleistungen  $\eta/\eta_0$  beträgt 2,1; die Einzelfaser-Sammelleistung ist also erheblich erhöht.

#### Beispiel 2

Ruß-Teilchen mit einem Durchmesser von 0,1  $\mu\text{m}$  wurden mittels eines Verfahrens der unvollständigen Verbrennung von verflüssigtem Erdöl-Gas erzeugt. Die in Kontrollbeispiel 1 erhaltene Vlies-Folie C wurde mit einem Blasstrom der oben erwähnten Ruß-Teilchen behandelt, so daß die Ruß-Teilchen, von denen einige durch die Vlies-Folie hindurchtraten, sich mit einer Geschwindigkeit von 10 cm/s bewegen konnten, woraus eine mit 0,2 g/m<sup>2</sup> Ruß-Teilchen beschichtete Folie resultierte. Danach wurde nach der Arbeitsweise von Beispiel 1 eine Folie aus einem Halbleiter-Material und die oben erwähnte elektrisierte Vlies-Folie mit den Ruß-Teilchen nacheinander in dieser Reihenfolge auf der Oberfläche einer Elektrode angeordnet, und anschließend wurde unter Verwendung einer oberhalb der Folien angeordneten Elektrode mit Nadeln für die Corona-Entladung eine Hochspannung von 20 kV/cm angelegt, wonach eine Elektret-Folie erhalten wurde.

Die Sammelleistung dieser Elektret-Folie und der Druckverlust über dieser Elektret-Folie wurden unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 gemessen.

#### Kontrollbeispiel 2

Die in Kontrollbeispiel 1 erhaltene Vlies-Folie C wurde mit einem Blasstrom von Ruß-Teilchen mit einem Durchmesser von 0,1  $\mu\text{m}$  behandelt, so daß die Ruß-Teilchen, von denen einige durch die Vlies-Folie hindurchtraten, sich mit einer Geschwindigkeit von 10 cm/s bewegen konnten, woraus eine mit 0,2 g/m<sup>2</sup> Ruß-Teilchen beschichtete Folie resultierte.

Die Sammelleistung dieser Folie und der Druckverlust über dieser Elektret-Folie wurden unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 2 gemessen.

Die in Beispiel 2 und Kontrollbeispiel 2 erhaltenen Test-Ergebnisse sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 2

Eigenschaften	Beispiel 2	Kontroll-beispiel 2	Kontroll-beispiel 3
Teilchen-Sammelleistung (%)	99,992	98,4	98,1
Druckverlust (mm H <sub>2</sub> O)	3,5	3,5	2,7
$\eta/\eta_0$	2,4	1,04	1,0
Elektrostatische Ladungsmenge (nC/cm <sup>2</sup> )	1,1	0,5	0,5

Der Druckverlust in Beispiel 2 beträgt das 1,3fache desjenigen des Kontrollbeispiels 1, und das Verhältnis der Einzelfaser-Sammelleistungen  $\eta/\eta_0$  des Beispiels 2 beträgt 2,4, was anzeigt, daß die Elektret-Folie des Beispiels 2 eine erheblich größere elektrostatische Ladung besitzt.

Auf der anderen Seite hat der Druckverlust in Kontrollbeispiel 2 zugenommen und beträgt das 1,3fache desjenigen des Kontrollbeispiels 1. Das Verhältnis der Einzelfaser-Sammelleistungen  $\eta/\eta_0$  des Kontrollbeispiels 2 beträgt 1,04, und im Vergleich mit demjenigen des Kontrollbeispiels 1 besteht nur ein geringfügiger Unterschied.

Den Ergebnissen der im Vorstehenden angeführten Tests ist zu entnehmen, daß die Fasern dann, wenn sie zuerst elektrisiert und dann mit Teilchen ausgerüstet werden, keine große Menge an elektrostatischer Ladung zurückhalten können. Wenn die Fasern hingegen zuerst mit Teilchen versehen und danach elektrisiert werden, vermögen sie eine große Menge an elektrostatischer Ladung zurückzuhalten.

#### Kontrollbeispiel 3

Die in Kontrollbeispiel 1 erhaltene Vlies-Folie C, die nicht mit Teilchen ausgerüstet wurde, wurde nochmals unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 2 elektrisiert, so daß eine zweifach elektrisierte Elektret-Folie erhalten werden konnte.

Die Sammelleistung der resultierenden Folie und der Druckverlust über dieser Folie wurden unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 2 gemessen, und die in Tabelle 2 aufgeführten Ergebnisse zeigen, daß die zweifach elektrisierte Folie keine gesteigerte Sammelleistung zeigte.

#### Beispiel 3

Polytetrafluoroethylen wurde durch Versprühen zu trockenen Teilchen mit einem Durchmesser von 0,3  $\mu\text{m}$  verarbeitet. Eine Folie aus Spinnvlies, die aus Polypropylen-Fasern mit einem Durchmesser von 10  $\mu\text{m}$  gebildet worden war (und in der 40 g/m<sup>2</sup> Fasern enthalten waren), wurde mit einem Blasstrom der oben bezeichneten Polytetrafluoroethylen-Teilchen behandelt, so daß die Teilchen, von denen einige durch das Spinnvlies hindurchtraten, sich mit einer Geschwindigkeit von 10 cm/s bewegen konnten, woraus eine mit 0,4 g/m<sup>2</sup> Polytetrafluoroethylen-Teilchen beschichtete Folie erhalten wurde. Danach wurde die Folie mit den Polytetrafluoroethylen-

Teilchen unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 2 elektrisiert, wodurch eine Elektret-Folie gebildet wurde. Die Sammelleistung der Elektret-Folie und der Druckverlust über der Elektret-Folie wurden unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 2 gemessen, und die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt.

## Beispiel 4

Aluminium wurde zu einer Dicke von 20 nm (200 Å) auf einer aus Polypropylen-Fasern gebildeten Spinnvlies-Folie (in der 40 g/m<sup>2</sup> Fasern enthalten waren) durch Vakuum-Abscheidung in einem Rezipienten abgeschieden. Dann wurde die Folie unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 elektrisiert, wodurch eine Elektret-Folie gebildet wurde. Deren Sammelleistung und Druckverlust wurden unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 gemessen, und die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt.

## Kontrollbeispiel 4

Eine aus Polypropylen-Fasern mit einem Durchmesser von 10 µm gebildete Spinnvlies-Folie (in der 40 g/m<sup>2</sup> Fasern enthalten waren), die nicht mit Teilchen versehen war, wurde unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 2 elektrisiert, wodurch eine Elektret-Folie gebildet wurde. Dann wurden die Sammelleistung der Elektret-Folie und der Druckverlust über der Elektret-Folie unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 2 gemessen, und die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Tabelle 3

Eigenschaften	Beispiel 3	Beispiel 4	Kontrollbeispiel 4
Teilchen-Sammelleistung (%)	82	78	60
Druckverlust (mm H <sub>2</sub> O)	0,6	0,5	0,5
$\eta/\eta_0$	1,87	1,65	1,00

Die Verhältnisse der Einzelfaser-Sammelleistungen  $\eta/\eta_0$  der in den Beispielen 3 und 4 erhaltenen Elektret-Folien relativ zu der Einzelfaser-Sammelleistung der Folie des Kontrollbeispiels 4 betrugen 1,5 oder mehr.

Danach wurden die Oberflächenpotentiale der in Beispiel 2, Kontrollbeispiel 1 und Kontrollbeispiel 2 erhaltenen Elektret-Folien mit Hilfe eines Oberflächen-Elektrometers Surface Electrometer S-211 (Kawaguchi Denki) gemessen, und die Ergebnisse sind in Tabelle 4 aufgeführt; sie zeigen, daß das Oberflächenpotential der in Beispiel 2 erhaltenen Elektret-Folie sehr hoch ist.

Tabelle 4

Eigenschaften	Beispiel 2	Kontrollbeispiel 1	Kontrollbeispiel 2
Oberflächenpotential (V)	-870	-350	-60

## Beispiel 5

Fasern aus Polypropylen mit einem Durchmesser von 1,5 mm wurden mittels des Schmelzblasverfahrens hergestellt und dann zu einer Vlies-Folie *D* (in der 30 g/m<sup>2</sup> Fasern enthalten waren) verarbeitet. Dann wurde auf der Oberfläche der erhaltenen Vlies-Folie *D* Silber zu einer Dicke von 30 nm (300 Å) durch Vakuum-Abscheidung abgeschieden.

Danach wurden eine Folie aus einem Halbleiter-Material und die oben erwähnte Folie mit den Silber-Ablagerungen nacheinander in dieser Reihenfolge auf der Oberfläche einer geerdeten Elektrode angeordnet, und anschließend wurde unter Verwendung einer über den Folien angeordneten Elektrode mit Nadeln für eine Corona-Entladung eine Hochspannung von 20 kV/cm während einer Zeit von 4 s angelegt, wonach eine Elektret-Folie erhalten wurde. Die Sammelleistung dieser Elektret-Folie und der Druckverlust über dieser Elektret-Folie wurden unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 gemessen. Die in Beispiel 5 und Kontrollbeispiel 1 erhaltenen Test-Ergebnisse sind in Tabelle 5 aufgeführt.

Tabelle 5

Eigenschaften	Beispiel 5	Kontrollbeispiel 1
Teilchen-Sammelleistung (%)	99,9	98,1
Druckverlust (mm H <sub>2</sub> O)	2,7	2,7
$\eta/\eta_0$	1,8	1,0



Tabelle 5 zeigt, daß der Druckverlust in Beispiel 5 demjenigen in Kontrollbeispiel 1 gleich ist, daß jedoch das Verhältnis der Einzelfaser-Sammelleistungen  $\eta/\eta_0$  des Beispiels 5 stark erhöht ist, was anzeigt, daß die poröse Folie mit den Metall-Ablagerungen vorteilhaft ist.

## Beispiel 6

5

Auf der mittels des Schmelzblasverfahrens in Beispiel 5 hergestellten Vlies-Folie *D* wurde Aluminium zu einer Dicke von 5 nm (50 Å) durch Vakuum-Abscheidung abgeschieden.

Danach wurden eine Folie aus einem Halbleiter-Material und die oben erwähnte Folie mit den Aluminium-Ablagerungen nacheinander in dieser Reihenfolge auf der Oberfläche einer geerdeten Elektrode angeordnet, und anschließend wurde unter Verwendung einer über den Folien angeordneten Elektrode mit Nadeln für eine Corona-Entladung eine Hochspannung von 20 kV/cm während einer Zeit von 4 s angelegt, wonach eine Elektret-Folie erhalten wurde. Die Sammelleistung dieser Elektret-Folie und der Druckverlust über dieser Elektret-Folie wurden unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 1 gemessen.

15

## Kontrollbeispiel 5

Auf der elektrisierten, in Kontrollbeispiel 1 erhaltenen Vlies-Folie *C* wurde Aluminium zu einer Dicke von 5 nm (50 Å) durch Vakuum-Abscheidung abgeschieden.

Die Sammelleistung und der Druckverlust der resultierenden Elektret-Folie wurden unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 2 gemessen. Die in Beispiel 6 und Kontrollbeispiel 5 erhaltenen Test-Ergebnisse sind in Tabelle 6 aufgeführt.

20

Tabelle 6

25

Eigenschaften	Beispiel 6	Kontrollbeispiel 5
Teilchen-Sammelleistung (%)	99,95	98,2
Druckverlust (mm H <sub>2</sub> O)	2,7	2,7
$\eta/\eta_0$	2,8	1,0

30

Den Ergebnissen des Kontrollbeispiels 5 ist zu entnehmen, daß die Folie, die elektrisiert und danach mit Metall-Abscheidungen versehen wurde, keine vergrößerte Menge elektrostatischer Ladung aufweist.

35

Den Ergebnissen des Beispiels 6 ist zu entnehmen, daß die mit dünnen Metallabscheidungen versehene Folie eine beträchtlich erhöhte Menge elektrostatischer Ladung aufweist.

## Beispiel 7

40

Auf einer aus Polypropylen-Fasern mit einem Durchmesser von 4 µm gebildeten Spinnvlies-Folie (in der 40 g/m<sup>2</sup> Fasern enthalten waren) wurde Kupfer zu einer Dicke von 10 nm (100 Å) durch Vakuum-Abscheidung abgeschieden. Dann wurde die Folie mit den Metall-Ablagerungen unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 5 elektrisiert, wodurch eine Elektret-Folie erhalten wurde. Sammelleistung und Druckverlust der resultierenden Elektret-Folie wurden unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 5 gemessen, und die Ergebnisse sind in Tabelle 7 aufgeführt.

45

## Kontrollbeispiel 6

Die Spinnvlies-Folie aus Beispiel 7, die nicht mit Metall-Ablagerungen ausgerüstet worden war, wurde unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 5 elektrisiert, wodurch eine Elektret-Folie gebildet wurde. Dann wurden die Sammelleistung und der Druckverlust der resultierenden Elektret-Folie unter den gleichen Bedingungen wie in Beispiel 5 gemessen, und die Ergebnisse sind in Tabelle 7 aufgeführt.

50

Tabelle 7

55

Eigenschaften	Beispiel 7	Kontrollbeispiel 6
Teilchen-Sammelleistung (%)	96	85
Druckverlust (mm H <sub>2</sub> O)	1,2	1,2
$\eta/\eta_0$	1,7	1,0

60

Danach wurden die Oberflächenpotentiale der in Beispiel 6, Kontrollbeispiel 1 und Kontrollbeispiel 5 erhaltenen Elektret-Folien mit Hilfe eines Oberflächen-Elektrometers Surface Electrometer S-211 (Kawaguchi Denki) gemessen, und die Ergebnisse sind in Tabelle 8 aufgeführt; sie zeigen, daß das Oberflächenpotential der aus der porösen Folie, die zuerst mit Metall-Abscheidungen ausgerüstet und danach elektrisiert wurde, erhaltenen

65

Elektret-Folie von beträchtlicher Höhe ist.

Tabelle 8

5	Eigenschaften	Beispiel 6	Kontrollbeispiel 1	Kontrollbeispiel 5
	Oberflächenpotential (V)	-850	-415	-275

10 Fig. 2 zeigt die sich im Laufe der Zeit ändernden Einzelfaser-Sammelleistungen der in Beispiel 6 und in Kontrollbeispiel 1 erhaltenen Elektret-Folien. Aus der Figur ist zu ersehen, daß die Sammelleistung der in Beispiel 6 erhaltenen Elektret-Folie auch nach dem Verstreichen der Zeit höher bleibt als diejenige der in Kontrollbeispiel 6 erhaltenen Elektret-Folie.

#### 15 Beispiel 8

Sebacinsäure wurde zur Verdampfung in einer Stickstoff-Atmosphäre auf 300°C erhitzt und dann bei Raumtemperatur abgekühlt, so daß Sebacinsäure-Teilchen mit einem mittleren Durchmesser von 1 µm erhalten wurden.

20 Die mittels des Schmelzblasverfahrens in Kontrollbeispiel 1 gebildete Vlies-Folie C wurde mit den Sebacinsäure-Teilchen mit einem mittleren Durchmesser von 1 µm mit Hilfe der nachfolgenden Arbeitsweise versehen: Die mittels des Schmelzblasverfahrens in Kontrollbeispiel 1 gebildete Vlies-Folie wurde mit einem Blasstrom der Sebacinsäure-Teilchen behandelt, so daß die Teilchen, von denen einige mit der Luft durch die Vlies-Folie hindurchtraten, sich mit einer Geschwindigkeit von 5 cm/s bewegen konnten.

25 Dann wurde unter Befolgung der Arbeitsweise des Beispiels 1 eine Hochspannung von 20 kV/cm an die Vlies-Folie mit den Teilchen während einer Zeit von 4 s angelegt, woraus eine Elektret-Folie mit einer großen elektrostatischen Ladung resultierte.

Die Sammelleistung und der Druckverlust der resultierenden Elektret-Folie wurden nach der Methode von 30 Beispiel 1 gemessen, und die Ergebnisse sind in Tabelle 9 aufgeführt.

Tabelle 9

	Eigenschaften	Beispiel 8
35	Teilchen-Sammelleistung (%)	99,995
	Druckverlust (mmH <sub>2</sub> O)	3,1
	$\eta/\eta_0$	2,3
	Elektrostatische Ladungsmenge (nC/cm <sup>2</sup> )	1,6

#### 40 Patentansprüche

1. Elektret-Folie, umfassend eine poröse Folie, die aus einem dielektrischen Polymer und wenigstens einem festen Material, das aus der aus organischen Stoffen, anorganischen Stoffen und metallischen Stoffen bestehenden Gruppe ausgewählt ist, hergestellt ist, wobei die poröse Folie dieses Material in verschiedenen Abstands- Intervallen aufweist.
2. Elektret-Folie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die poröse Folie aus der aus textilen Geweben, Gewirken, Vliesstoffen, porösen Folien und porösen Schäumen bestehenden Gruppe ausgewählt ist.
3. Elektret-Folie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das dielektrische Polymer eine Faser ist, die ausgewählt ist aus der aus Fasern, die aus Polyolefin, Polyvinylidenchlorid und Polycarbonat hergestellt sind, bestehenden Gruppe, wobei Fasern aus Polyolefin besonders bevorzugt sind.
4. Elektret-Folie nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der genannten Faser im Bereich von 0,01 bis 100 µm liegt.
5. Elektret-Folie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte Material in Form von Teilchen vorliegt, die aus einem festen anorganischen Material hergestellt sind, das aus der aus Keramiken, Metallnitriden und Ruß oder einem organischen Material, das bei Raumtemperatur fest ist, bestehenden Gruppe ausgewählt sein kann.
6. Elektret-Folie nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der genannten Teilchen im Bereich von 0,001 bis 50 µm liegt.
7. Elektret-Folie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge der der porösen Folie zuzusetzenden Teilchen im Bereich von 0,01 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der porösen Folie, liegt.
8. Elektret-Folie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte metallische Material aus der aus Silber, Kupfer, Aluminium und Zinn bestehenden Gruppe ausgewählt ist.
9. Elektret-Folie nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte organische Material eine bei Raumtemperatur feste organische Säure oder ein Derivat einer solchen organischen Säure ist.
10. Verfahren zur Herstellung einer Elektret-Folie, umfassend die Schritte des Versetzens der porösen Folie mit wenigstens einem festen Material, das aus der aus organischen Stoffen und anorganischen Stoffen

bestehenden Gruppe ausgewählt ist, und des Elektrisierens der porösen Folie, die das genannte feste Material aufweist.

11. Verfahren zur Herstellung der Elektret-Folie nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte feste Material bis zur Verdampfung erhitzt wird und dann die poröse Folie mit dem Dampf des Materials oder Kondensationsteilchen des Dampfes in dem oben genannten Schritt des Zusetzens des festen Materials zu der porösen Folie behandelt wird. 5

12. Verfahren zur Herstellung der Elektret-Folie nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Schritt des Elektrisierens der porösen Folie, die das genannte feste Material aufweist, eine Corona-Entladung durchgeführt wird.

13. Verfahren zur Herstellung der Elektret-Folie nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die poröse Folie aus der aus textilen Geweben, Gewirken, Vliesstoffen, porösen Folien und porösen Schäumen bestehenden Gruppe ausgewählt ist. 10

14. Verfahren zur Herstellung der Elektret-Folie nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das dielektrische Polymer eine Faser ist, die ausgewählt ist aus der aus Fasern, die aus Polyolefin, Polyvinylidenchlorid und Polycarbonat hergestellt sind, bestehenden Gruppe. 15

15. Verfahren zur Herstellung der Elektret-Folie nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser der genannten Faser im Bereich von 0,01 bis 100 µm liegt.

16. Verfahren zur Herstellung der Elektret-Folie nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte feste Material in Form von Teilchen vorliegt, die aus einem anorganischen Material hergestellt sind, das aus der aus Keramiken, Metallnitriden und Ruß oder einem organischen Material, das bei Raumtemperatur fest ist, bestehenden Gruppe ausgewählt sein kann. 20

17. Verfahren zur Herstellung der Elektret-Folie nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte organische Material eine bei Raumtemperatur feste organische Säure oder ein Derivat einer solchen organischen Säure ist.

18. Verfahren zur Herstellung der Elektret-Folie nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das genannte metallische Material aus der aus Silber, Kupfer, Aluminium und Zinn bestehenden Gruppe ausgewählt ist. 25

19. Verfahren zur Herstellung der Elektret-Folie nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Größe der genannten Teilchen im Bereich von 0,001 bis 50 µm liegt.

20. Verfahren zur Herstellung der Elektret-Folie nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Menge der der porösen Folie zuzusetzenden Teilchen im Bereich von 0,01 bis 20 Gew.-%, bezogen auf das Gewicht der porösen Folie, liegt. 30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fla.: 351:141

Nummer:

38 39 956

Int. Cl. 4:

B 03 C 3/28

Anmeldetag:

26. November 1988

Offenlegungstag:

8. Juni 1989

55

Fig. 1

3839956

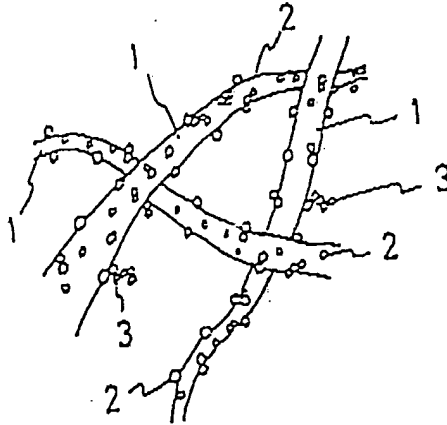
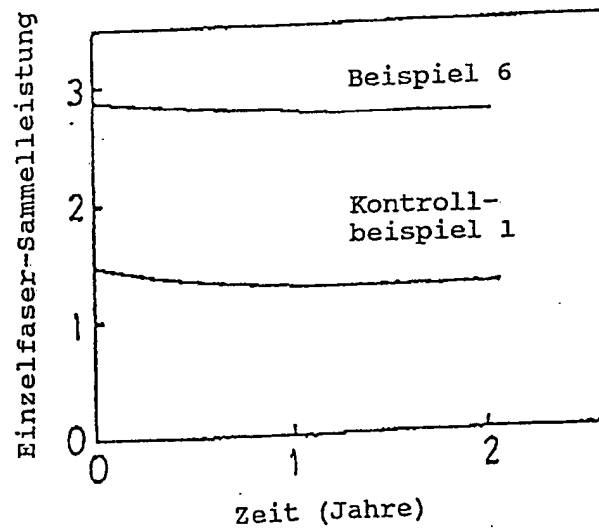


Fig. 2



36\*

Fig. 3

3839956

